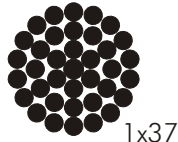


# Drahtseile, besonders aus Edelstahl DIN 3051, EN 12385

Die ersten Drahtseile wurden vor etwa 200 Jahren für den Harzer Bergbau hergestellt und wiesen, gegenüber den vorher verwendeten Ketten, höhere Festigkeit und mehr Sicherheit und Lebensdauer auf.

Seile sind nach DIN 18 800 als hochfeste Bauelemente eingestuft und werden im Brückenbau, im Spannbeton, für Abspannungen von Masten, für Aufzüge, als Kranseil, als Geländer, in Bowdenzügen, usw. verwendet.

Als Vormaterial wird gezogener Seildraht aus Stahl oder Edelstahl auf Seilmaschinen in einem oder mehreren Arbeitsgängen zu Drahtseil verarbeitet.



**Offene Spiralseile** bestehen aus einer oder mehreren Lagen, schraubenförmig verseilt, runden Einzeldrähte um einen Kerndraht. Die Mitte kann auch aus mehreren Drähten oder aus einer Einlage aus Fasergarnen bestehen. Die Lagen können unterschiedlich dick sein. So kann auf eine Lage dünner Einzeldrähte eine Lage dickerer folgen. - Beispiel: Die Konstruktionsbezeichnung 1x19, steht für ein Drahtseil das aus 19 Einzeldrähten in 2 Lagen besteht. Der Kerndraht ist häufig etwas stärker, als der Draht in den Lagen.

**Litzen** sind eine meist einfache Ausführung der Spiralseile, die zu dickeren Seilen weiter verarbeitet werden.



**Rundlitzenseile** bestehen aus einer oder mehreren Lagen, schraubenförmig verseilt, Litzen um eine Einlage. Die Mitte kann eine, meist ein wenig dickere Litze (Stahleinlage) sein oder aus einer Einlage aus Fasergarnen bestehen. Die Lagen können unterschiedlich dick sein. So kann auf eine Lage dünner Litzen eine Lage dickerer folgen, oder umgekehrt. Beispiel: Die Konstruktionsbezeichnung 7x7, steht für ein Drahtseil das aus 7 Litzen mit jeweils 7 Einzeldrähten. Die als Stahleinlage dienende mittlere Litze ist häufig etwas stärker, als die umlaufenden 6 Litzen.

**Schlagarten:** Bei Seilen wird je nach Schlagrichtung in Litzen und Seilen zwischen Kreuzschlag und Gleichschlag unterschieden. Ist die Schlagrichtung der Drähte in der Litze entgegengesetzt zur Schlagrichtung der Litzen im Seil, ist es ein Kreuzschlag, bei gleicher Schlagrichtung ein Gleichschlag. Je nachdem in welche Richtung die äußere Litzenlage läuft unterscheidet man in:

- sZ = Kreuzschlag rechtsgängig
- zS = Kreuzschlag linksgängig
- sS = Gleichschlag rechtsgängig
- zZ = Gleichschlag linksgängig

Die Drahtseilhersteller liefern Standardseile normalerweise immer in sZ=Kreuzschlag rechtsgängig, wenn nicht anders geordert.

Ein Drahtseil soll spannungs-/drallarm sein. Beim Schnitt sollen die Litzen oder Drähte nicht, oder nur wenig aus dem Seilverband treten, auch soll es nicht zu Klanken oder Wellen neigen. - Das Seil soll aber auch drehungsarm sein. Unter Last soll es sich nicht, oder nur wenig ausdrehen. Bei einstängig betriebenen, ungeführten Lasthebegegeräten ist die Drehungsfreiheit vorgeschrieben. Das wird durch Seilkonstruktionen erreicht, in denen die entgegengesetzten Drehmomente gleichgroß sind, z.B. mit mehrlagigen Rundlitzenseilen und durch den Kreuzschlag. Daher ist der Kreuzschlag der Standard.

- Aber diese Schlagart hat auch Nachteile. Die gekreuzten Drähte liegen punktförmig auf und werden bei Last gekerbt und ermüden schneller. Dagegen berühren sich beim Gleichschlag die Drähte linienförmig und damit optimaler, - das Seil erreicht unter Last höhere Biegewechselzahlen.

Eine Rolle spielt das bei Lasthebegegeräten. Wenn das Seil von einer Trommel gezogen wird, besonders bei Mehrlagenspülung, ist es auch wichtig, ob das Seil rechts-/oder linksgängig geschlagen ist. Da Edelstahldrahtseile weniger für Kräne und Aufzüge eingesetzt werden, gehen wir hier auf das ansonsten wichtige Gebiet "Seiltrommeln" nicht weiter ein.

Drahtseile aus "normalem" Stahl, verzinkt oder auch nicht, können eine Stahleinlage (SE/IWRC) oder eine Fasereinlage (Manila, Sisal oder Polyester) haben. Warum werden über-

haupt Fasereinlagen verwendet, sie haben doch deutlich schlechtere Festigkeiten?

Die Fasereinlage (FE) macht das Seil flexibler, wenn es umgelenkt werden soll. Besonders wirkt sie aber als Fettspeicher, verhindert das Rosten von innen und schmiert die Litzen, wenn sie sich beim Laufen um Rollen reiben. Infolge der hohen Verformbarkeit verändert sich mit zunehmender Einsatzdauer die Seilgeometrie, der Schmiermittelvorrat ist aufgebraucht und das Seil versagt.

Es soll nur kurz erwähnt werden, dass es noch Drahtseile mit Kunststoffzwischenlage gibt, die die Vorteile der Fasereinlage mit den Vorteilen der Stahleinlage kombinieren sollen.

Rundlitzenseile aus Edelstahl haben immer eine Stahleinlage (SE/IWRC), - also mehr Formstabilität und Zugfestigkeit durch die etwas dickere, mittlere Litze aus Edelstahldrähten.

Drahtseile mit vielen dünnen Drähten sind sehr flexibel, jedoch empfindlich gegen Verschleiß. Ein Seil mit wenigen dicken Drähten ist abriebfester, aber auch weniger flexibel und benötigt deshalb Umlenkrollen mit größeren Durchmessern.

Als stehendes Gut bezeichnet man Drahtseile, die zwischen 2 Festpunkten eingebaut sind und Halte- und Zugkräfte aufnehmen. - Als laufendes Gut bezeichnet man Drahtseile, die auf Seilwinden aufgespult, auf Treibscheiben sowie über Rollen oder Rollensysteme laufen.

**Zugfestigkeit:** Bei der Drahtseilherstellung werden Stahldrähte nach DIN 2078 - EN 10264 in blank oder verzinkt mit Nennfestigkeiten von 1570 bis 2160 N/mm<sup>2</sup>, bzw. Drähte aus Edelstahl nach EN 10264 Teil 4 mit Nennfestigkeiten von 1570 und 1770 N/mm<sup>2</sup> verarbeitet.

Die rechnerische Bruchkraft eines Seiles ist das Produkt aus Nennfestigkeit des Drahtes und dem metallischen Querschnitt (Summe der Querschnitte aller Drähte im Seil). - Beispiel: Ein 10mm-Edelstahl-Drahtseil 7x7 hat einen metallischen Querschnitt von 47mm<sup>2</sup>. Multipliziert man den Wert mit der Draht-Nennfestigkeit 1500 N/mm<sup>2</sup> vergibt sich eine theor. Bruchfestigkeit von 71 kN.

Die **Mindestbruchkraft** eines Seiles ist das Produkt aus der rechnerischen Bruchkraft und dem Verseilfaktor. Sie ist der kleinste zulässige Wert der wirklichen Bruchkraft. Der Verseilfaktor ist ein Erfahrungswert / Abschlag, der den Verseilverlust berücksichtigt.

Häufig wird auch der **Füllfaktor** angegeben. Er ist das Verhältnis des metallischen Querschnitts des Seiles zum Flächeninhalt des Umkreises.

Beispiel: Ein 10mm-Edelstahl-Drahtseil 7x7 hat einen metallischen Querschnitt von 47mm<sup>2</sup>. Der Flächeninhalt des 10mm-Umkreises beträgt 78,5 mm<sup>2</sup>. Der Füllfaktor ist also 0,60.

Auch über den Füllfaktor kann die Mindestbruchkraft berechnet werden:  $F_{min.} = f \cdot R_m \cdot k \cdot \varnothing^2 \cdot 3,14/4 \text{ (N)}$

Beispiel: (Drahtseil 1x19,  $\varnothing$  10mm) Füllfaktor 0,76 \* 1500 N/mm<sup>2</sup> \* Verseilfaktor  $k=0,87 \cdot 100 \cdot 3,14/4 = 77,8 \text{ kN}$ .

**Vergleich Drahtseil / Stange (ROD):** Der Füllfaktor einer Stange ist 1,0. Da könnte man leicht auf die Idee kommen, eine gerade Abspannung mit einer Zugstange brächte Vorteile, da der Füllfaktor beim Drahtseil bestenfalls

bei 0,8 liegt. - Die Nennfestigkeit von Seildrähten wird durch das Ziehen jedoch enorm gesteigert, die Zugstange, aus gleichem Material, erreicht keinen Vorteil.

Beispiel: Das 10mm-Drahtseil 1x19 (Edelstahl 1.4401) aus dem vorherigen Beispiel hatte eine Mindestbruchkraft von 77,8 kN. - Aus dem Datenblatt Nirosta 4401 entnehmen wir eine Zugfestigkeit von 500-700 N/mm<sup>2</sup> und rechnen für die Zugstange mit  $\varnothing$  10mm: Füllfaktor 1,0 \* 600 N/mm<sup>2</sup> \* Verseilfaktor  $k=1,0 \cdot 100 \cdot 3,14/4 = 47,1 \text{ kN}$  Mindestbruchkraft.

Das Beispiel macht aber auch klar, dass beim "Anbinden" von Drahtseilen aus hochfestem Material an Bauteile / Anschlußteile aus "normalem" Edelstahl der richtige Kraftübergang beachtet werden muß.



Das Foto zeigt ein 12mm-Edelstahl-Drahtseil 7x7 angeschweißt an ein Gewindeanschlußstück. Ein Schlosser hat die Verbindung für einen Gartenzaun geschaffen, - das ist o.k. Kommt es aber auf Festigkeiten an, ist das Anschweißen von Drahtseilen unmöglich. Das Material glüht aus, die erhöhte Festigkeit ist weg, der Kraftübergang ist unzureichend und der Aufwand für das Reinigen der Schweissverbindung ist erheblich.

Die Anschlussteile am Drahtseil sollten 90-100 % der Bruchkraft des Seiles aushalten. Ovale Pressklemmen nach DIN 3093 / EN 13411-3, Walz-/Press- oder Schraubterminals sind die richtige Wahl (siehe separate Aufsätze).

**Sicherheitsreserve:** Bei stehendem Gut rechnet man mit 3-facher, beim Heben von Lasten mit min. 5-facher Sicherheit. DIN 4130 fordert für Kranseile auf Zug die 5-10-fache Sicherheit. Drahtseile sollen vor äußeren Beschädigungen und scharfen Biegungen geschützt werden.

**Edelstahlorten:** Drahtseile aus Edelstahl werden überwiegend im Werkstoff 1.4401 (V4A) bevorratet. Weiter sind Seile aus dem etwas preiswerteren 1.4301 (V2A), aus 1.4436 (etwas höhere Beständigkeit als 1.4401 aber nicht gegen Seewasser), dem besonders korrosionsbeständigem 1.4539 und auch aus 1.4571 (wer weiss warum) lieferbar.

Auf den nächsten Seiten folgen die Daten der wichtigsten Drahtseile aus Edelstahl.

Weitere Informationen über Drahtseile finden Sie unter:  
DIN-Taschenbuch 59: Drahtseile, 136 €, beuth.de Berlin  
Feyrer: Drahtseile - Bemessung, Springer-V. ISBN 3-540-67829-8  
Wehking: Laufende Drahtseile, Expert-Verl. ISBN 3-8169-2497-2  
Weber: Seilereilexikon, 2 Bände je ca.90€, aegis-buecher.de  
www.casar.de (Casar-Drahtseilwerk Saar, Stahlseile)  
www.ropetechnology.com (R. Verreet, Aachen - Vorträge)

# Niro-Seil 1x19

Material 1.4401

Konstruktion 1+6+12

Füllfaktor ca. 0,76 Verseilfaktor ca. 0,88

Einsatz: als hartes Spiralseil für "stehendes Gut", also stehende Abspannungen



Seil-Nenn-Ø mm	Gewicht kg / 100m	Festigkeitsklasse N / mm <sup>2</sup>	Metall.Querschn. mm <sup>2</sup>	Rechn.Bruchkraft kN	Mind.Bruchkraft kN
0,54	0,10	1570		0,27	0,24
1,00	0,50	1570		0,94	0,82
1,25	0,70	1570		1,45	1,30
1,50	1,10	1570		2,10	1,85
1,80	1,60	1570		3,04	2,67
2,00	2,00	1570		3,75	3,30
2,50	3,10	1570		5,85	5,15
3,00	4,50	1570	5,4	8,43	7,42
3,50	6,10	1570		11,50	10,10
4,00	8,00	1570	9,6	15,00	13,20
5,00	12,40	1570	14,9	23,40	20,60
6,00	17,80	1570	21,5	33,70	29,70
7,00	24,30	1570		45,90	40,40
8,00	31,70	1570	38,2	59,90	52,00
10,00	49,50	1500	59,7	89,50	78,80
12,00	71,30	1450	86,0	124,60	109,70
14,00	97,10	1340	117,0	158,80	138,00
16,00	127,00	1340		204,70	180,00
19,00	178,80	1260		272,00	238,00

Die Norm EN-10264-4 fordert für gezogenen Seildraht Mindestzugfestigkeiten in N/mm<sup>2</sup>. Die Werte dürfen nach oben um höchstens +15% überschritten werden. Die folgende Tabelle (Edelstahldrähte) zeigt deutlich, dass die Werte von der Edelstahlsorte und sehr stark auch vom Durchmesser abhängen.

Aber: Eine sehr hohe Zugfestigkeit ist nicht immer gut. Andere mechanische Werte können sich verschlechtern. Drähte müssen daher auch durch Wickel-, Hin- und Herbiege-, Knotenzugversuche, u.a. getestet werden.

Draht-Ø in mm	- V2A	Feder-A2		- V4A
	1.4301	1.4310	1.4303	1.4401
0,2mm	2.050	2.200	1.600	1.725
0,4-0,5	1.900	2.050	1.550	1.650
0,8-1,0	1.750	1.900	1.500	1.575
1,5-1,75	1.600	1.750	1.425	1.450
2,0-2,5	1.500	1.650	1.350	1.350

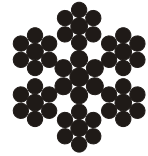
## Niro-Seil 7x7

Material 1.4401

Konstruktion 6x7+SE

Füllfaktor ca. 0,61 Verseilfaktor ca. 0,82

Einsatz: als halbweiches Rundlitzenseil für fast alle Abspannungen im Architekturbereich



Seil-Nenn-Ø mm	Gewicht kg / 100m	Festigkeitsklasse N / mm <sup>2</sup>	Metall.Querschn. mm <sup>2</sup>	Rechn.Bruchkraft kN	Mind.Bruchkraft kN
0,54	0,12	1770		0,22	0,18
0,68	0,18	1770		0,35	0,29
0,72	0,21	1770		0,39	0,33
0,81	0,26	1770		0,50	0,41
1,00	0,40	1570		0,67	0,56
1,25	0,50	1570		1,05	0,88
1,35	0,72	1570		1,23	1,03
1,50	0,90	1570		1,50	1,27
1,80	1,30	1570		2,18	1,83
2,00	1,60	1570		2,69	2,25
2,50	2,50	1570		4,20	3,52
3,00	3,50	1570		6,05	5,07
3,50	4,82	1570		8,24	6,90
4,00	6,30	1570		10,70	9,00
5,00	9,80	1570		16,80	14,00
6,00	14,20	1570		24,20	20,28
7,00	19,30	1570		32,90	27,60
8,00	25,20	1570		43,00	36,00
10,00	39,30	1570		67,20	56,30
12,00	56,60	1570		92,00	81,10

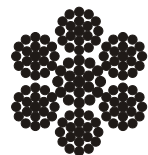
## Niro-Seil 7x19

Material 1.4401

Konstruktion 6x19+SE

Füllfaktor ca. 0,582 Verseilfaktor ca. 0,80

Einsatz: als weiches Rundlitzenseil für "laufendes Gut", über Rollen, Scheiben usw.



Seil-Nenn-Ø mm	Gewicht kg / 100m	Festigkeitsklasse N / mm <sup>2</sup>	Metall.Querschn. mm <sup>2</sup>	Rechn.Bruchkraft kN	Mind.Bruchkraft kN
1,00	0,38	1570		0,65	0,52
1,50	0,86	1570		1,46	1,17
2,00	1,50	1570		2,60	2,08
2,50	2,30	1570		4,07	3,25
3,00	3,40	1570		5,86	4,70
4,00	6,10	1570		10,40	8,34
5,00	9,60	1570		16,25	13,00
6,00	13,80	1570	15	23,40	18,75
7,00	18,70	1570		31,85	25,50
8,00	24,30	1570	27	41,60	33,30
10,00	38,10	1570	41	65,00	52,10
12,00	54,80	1570	60	93,70	75,00
14,00	76,40	1570		127,50	102,00
16,00	97,40	1570		166,60	133,00